

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-335084

(43) 公開日 平成8年(1996)12月17日

(51) IntCl <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 H	7/02		G 1 0 H	7/00
	1/00	1 0 2		1/00
	1/02			1/02
	1/24			1/24

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平7-140813

(22) 出願日 平成7年(1995)6月7日

(71) 出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72) 発明者 神谷 了

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

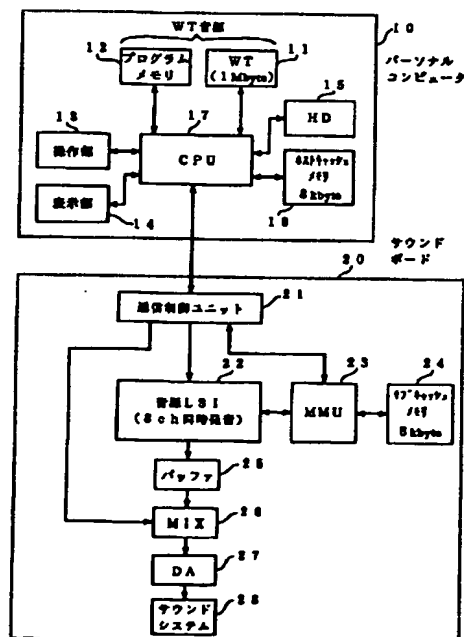
(74) 代理人 弁理士 川▲崎▼ 研二 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ミュージックシステム、音源および楽音合成方法

(57) 【要約】

【目的】 ホストシステム側の大容量メモリを有効的に用いる。

【構成】 ホストコンピュータ10は、サウンドボード20に発音チャンネルが空いている場合には、発音すべき楽音の波形データをウェーブテーブル11から1ブロックずつ読み出し、ホストキャッシュメモリ16へ一時格納しながら、順次、サウンドボード20へ送出する。サウンドボード20では、ホストコンピュータ10から供給される波形データを順次サブキャッシュメモリ24へ格納するとともに、該波形データに基づいて音源LSI22によって楽音データを合成する。一方、サウンドボード20に発音チャンネルが空いていない場合には、ホストコンピュータ10で楽音データを合成する。サウンドボード20は、自身で合成した楽音データとホストコンピュータ10で合成された楽音データとを混合した後、発音する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 外部から供給される波形データを所定のブロック単位で記憶する一時記憶手段と、供給される波形データに基づいて楽音を合成する第1の楽音合成手段と、前記第1の楽音合成手段による楽音合成の処理経過に従って、前記一時記憶手段に格納された所定のブロック単位の波形データを前記第1の楽音合成手段に転送するとともに、転送後の空きエリアに外部から供給される次ブロックの波形データを順次格納する記憶手段管理手段と、前記第1の楽音合成手段によって合成された楽音と外部から供給される外部楽音とを混合する混合手段とを備えるサブシステムと、

楽音合成に必要とされる波形データを記憶する波形メモリと、供給される波形データに基づいて楽音を合成する第2の楽音合成手段と、楽音の演奏データを順次解析するとともに、予め定められた規則に従って前記第1の楽音合成手段と前記第2の楽音合成手段のいずれに楽音合成を割り当てるかを決定し、前記第2の楽音合成手段に割り当てる場合には前記波形メモリ内の楽音データを前記第2の楽音合成手段に供給し、前記第1の楽音合成手段に割り当てる場合には前記波形メモリから所定のブロック単位で波形データを読み出して前記サブシステムに送出する演奏データ処理手段とを備え、前記第2の楽音合成手段によって合成された楽音を前記サブシステムへ前記外部楽音として送出するメインシステムとを具備することを特徴とするミュージックシステム。

【請求項2】 外部から供給される波形データを所定のブロック単位で記憶する第1の一時記憶手段と、供給される波形データに基づいて楽音を合成する第1の楽音合成手段と、前記第1の楽音合成手段による楽音合成の処理経過に従って、前記第1の一時記憶手段に格納された所定のブロック単位の波形データを前記第1の楽音合成手段に転送するとともに次ブロックの波形データを要求する次ブロック要求を送出し、該次ブロック要求に対して外部から所定のブロック単位で供給される波形データを転送後の空きエリアに順次格納する記憶手段管理手段と、前記第1の楽音合成手段によって合成された楽音と外部から供給される外部楽音とを混合する混合手段とを備えるサブシステムと、

楽音合成に必要とされる波形データを記憶する波形メモリと、前記第1の一時記憶手段と同一に構成された第2の一時記憶手段と、供給される波形データに基づいて楽音を合成する第2の楽音合成手段と、楽音の演奏データを順次解析するとともに、予め定められた規則に従って前記第1の楽音合成手段と前記第2の楽音合成手段のいずれに楽音合成を割り当てるかを決定し、前記第2の楽音合成手段に割り当てる場合には前記波形メモリ内の楽音データを前記第2の楽音合成手段に供給し、前記第1の楽音合成手段に割り当てる場合には前記波形メモリから所定のブロック単位で波形データを読み出して前記第

2の一時記憶手段に格納し、前記次ブロック要求が供給される度に、当該格納した波形データを前記サブシステムに転送し、転送後の空きエリアに前記波形メモリから読み出した次ブロックの波形データを格納する演奏データ処理手段とを備え、前記第2の楽音合成手段によって合成された楽音を前記サブシステムへ前記外部楽音として送出するメインシステムとを具備することを特徴とするミュージックシステム。

【請求項3】 前記第2の楽音合成手段は、前記第1の楽音合成手段の処理能力が限界に達すると、前記波形データに基づいて楽音を合成することを特徴とする請求項1または2記載のミュージックシステム。

【請求項4】 前記第1の楽音合成手段および前記第2の楽音合成手段は、並列動作することを特徴とする請求項1または2記載のミュージックシステム。

【請求項5】 前記第1の楽音合成手段および前記第2の楽音合成手段は、各々、異なる特徴を有する楽音を合成することを特徴とする請求項1または2記載のミュージックシステム。

【請求項6】 楽音合成に必要とされる波形データを記憶する波形メモリと、前記波形メモリに比べてアクセス速度が速く、前記波形データを所定のブロック単位で記憶する一時記憶手段と、

供給される波形データに基づいて楽音を合成する楽音合成手段と、

前記楽音合成手段による楽音合成の処理経過に従って、前記一時記憶手段に格納された所定のブロック単位の波形データを前記楽音合成手段に転送するとともに、転送後の空きエリアに前記波形メモリから読み出した次ブロックの波形データを順次格納する記憶手段管理手段とを具備することを特徴とする音源。

【請求項7】 楽音合成に必要とされる波形データを記憶する波形メモリと、供給される波形データに基づいて楽音を合成する第2の楽音合成手段と、前記第2の楽音合成手段によって合成された楽音を前記サブシステムへ前記外部楽音として送出するメインシステムを用いる楽音合成方法において、

外部から供給される波形データを所定のブロック単位で記憶する一時記憶手段と、供給される波形データに基づいて楽音を合成する第1の楽音合成手段と、前記第1の楽音合成手段による楽音合成の処理経過に従って、前記一時記憶手段に格納された所定のブロック単位の波形データを前記第1の楽音合成手段に転送するとともに、転送後の空きエリアに外部から供給される次ブロックの波形データを順次格納する記憶手段管理手段と、前記第1の楽音合成手段によって合成された楽音と外部から供給される外部楽音とを混合する混合手段とを備えるサブシステムを使用するとともに、

楽音の演奏データを順次解析する第1のステップと、

前記第1のステップの解析結果に基づき、予め定められた規則に従って前記第1の楽音合成手段と前記第2の楽音合成手段のいずれに楽音合成を割り当てるかを決定し、前記第2の楽音合成手段に割り当てる場合には前記波形メモリ内の楽音データを前記第2の楽音合成手段に供給し、前記第1の楽音合成手段に割り当てる場合には前記波形メモリから所定のブロック単位で波形データを読み出して前記サブシステムに送出する第2のステップとを具備することを特徴とする楽音合成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、MIDIデータ等の自動演奏データを再生するミュージックシステム、音源および楽音合成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、フロッピーディスクやハードディスクに記憶されているMIDIデータ等の自動演奏データを読み出し、該自動演奏データに従って、FM (Frequency Modulation) 音源やWT (Wave Table) 音源等により楽音を生成して発音するミュージックシステムが知られている。

【0003】従来のミュージックシステムは、パーソナルコンピュータ等によって構成されるホストシステムと、該ホストシステムに所定のインターフェースを介して接続されたサウンドボードを有するサブシステムとから構成されている。ホストシステムは、プログラムメモリに格納されているプログラム（この場合、自動演奏に関するプログラム）に従って、外部記憶装置であるハードディスクやフロッピーディスクからMIDIデータ等の演奏データを読み出し、所定のタイミングでサブシステムであるサウンドボードへ送出する。

【0004】一方、サウンドボードは、楽音の波形データが格納された波形メモリ（以下、ウェーブテーブルという）を備えており、上記ホストシステムから供給される演奏データに基づき、音源LSIによって波形メモリから波形データを読み出す。そして、エンベロープ、振幅等を制御し、D/A変換器によってアナログ信号に変換した後、アンプ、スピーカ等からなるサウンドシステムにより発音する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来のミュージックシステムでは、楽音合成に係る機能が全てサウンドボード側にあるため、音色等を増加させるには大容量の波形メモリが必要となり、コストアップにつながるという問題があった。ここで、ホストシステム側に着目してみると、ホストシステムであるパーソナルコンピュータには、一般に、大容量のメモリや外部記憶装置（フロッピーディスク、ハードディスク、CD-ROM等）が備えられている。

【0006】そこで、ホストシステム側の大容量メモリ

や外部記憶装置を波形メモリとして用いるとともに、楽音合成の機能を付加することによって、サウンドボード側の負担を軽減することが考えられる。しかしながら、この場合、ホストシステム側とサブシステム側とで波形と音色とを同一にするのが難しく、双方で楽音を統一するのが困難である。また、外部記憶装置を波形メモリに用いようとした場合には、外部記憶装置のアクセス速度が半導体メモリに比べ非常に遅いので、事実上、波形メモリとして使用することができないという問題がある。

10 【0007】一方、ミュージックシステムを単純な音源として捉えた場合は、波形データを記憶するために大容量のメモリが必要となるので、この場合も比較的安価な外部記憶装置を用いることが望まれる。しかしながら、外部記憶装置のアクセス速度は半導体メモリに比べ非常に遅いので、結局、音源としての使用には適さないという問題がある。

【0008】この発明は上述した事情に鑑みてなされたもので、楽音の統一を図りつつ、ホストシステム側の大容量メモリを有効的に用いることができるとともに、サブシステムのメモリ容量を削減でき、また、アクセス速度が遅い大容量メモリを用いても楽音合成できるミュージックシステム、音源および楽音合成方法を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述した問題点を解決するために、請求項1記載の発明では、外部から供給される波形データを所定のブロック単位で記憶する一時記憶手段と、供給される波形データに基づいて楽音を合成する第1の楽音合成手段と、前記第1の楽音合成手段による楽音合成の処理経過に従って、前記一時記憶手段に格納された所定のブロック単位の波形データを前記第1の楽音合成手段に転送するとともに、転送後の空きエリアに外部から供給される次ブロックの波形データを順次格納する記憶手段管理手段と、前記第1の楽音合成手段によって合成された楽音と外部から供給される外部楽音とを混合する混合手段とを備えるサブシステムと、楽音合成に必要とされる波形データを記憶する波形メモリと、供給される波形データに基づいて楽音を合成する第2の楽音合成手段と、楽音の演奏データを順次解析するとともに、予め定められた規則に従って前記第1の楽音合成手段と前記第2の楽音合成手段のいずれに楽音合成を割り当てるかを決定し、前記第2の楽音合成手段に割り当てる場合には前記波形メモリ内の楽音データを前記第2の楽音合成手段に供給し、前記第1の楽音合成手段に割り当てる場合には前記波形メモリから所定のブロック単位で波形データを読み出して前記サブシステムに送出する演奏データ処理手段とを備え、前記第2の楽音合成手段によって合成された楽音を前記サブシステムへ前記外部楽音として送出するメインシステムとを具備することを特徴とする。

【0010】また、請求項2記載の発明では、外部から供給される波形データを所定のブロック単位で記憶する第1の一時記憶手段と、供給される波形データに基づいて楽音を合成する第1の楽音合成手段と、前記第1の楽音合成手段による楽音合成の処理経過に従って、前記第1の一時記憶手段に格納された所定のブロック単位の波形データを前記第1の楽音合成手段に転送するとともに次ブロックの波形データを要求する次ブロック要求を送出し、該次ブロック要求に対して外部から所定のブロック単位で供給される波形データを転送後の空きエリアに順次格納する記憶手段管理手段と、前記第1の楽音合成手段によって合成された楽音と外部から供給される外部楽音とを混合する混合手段とを備えるサブシステムと、楽音合成に必要とされる波形データを記憶する波形メモリと、前記第1の一時記憶手段と同一に構成された第2の一時記憶手段と、供給される波形データに基づいて楽音を合成する第2の楽音合成手段と、楽音の演奏データを順次解析するとともに、予め定められた規則に従って前記第1の楽音合成手段と前記第2の楽音合成手段のいずれに楽音合成を割り当てるかを決定し、前記第2の楽音合成手段に割り当てられる場合には前記波形メモリ内の楽音データを前記第2の楽音合成手段に供給し、前記第1の楽音合成手段に割り当てられる場合には前記波形メモリから所定のブロック単位で波形データを読み出して前記第2の一時記憶手段に格納し、前記次ブロック要求が供給される度に、当該格納した波形データを前記サブシステムに転送し、転送後の空きエリアに前記波形メモリから読み出した次ブロックの波形データを格納する演奏データ処理手段とを備え、前記第2の楽音合成手段によって合成された楽音を前記サブシステムへ前記外部楽音として送出するメインシステムとを具備することを特徴とする。

【0011】また、請求項3記載の発明では、請求項1または2記載のミュージックシステムにおいて、前記第2の楽音合成手段は、前記第1の楽音合成手段の処理能力が限界に達すると、前記波形データに基づいて楽音を合成することを特徴とする。

【0012】また、請求項4記載の発明では、請求項1または2記載のミュージックシステムにおいて、前記第1の楽音合成手段および前記第2の楽音合成手段は、並列動作することを特徴とする。

【0013】また、請求項5記載の発明では、請求項1または2記載のミュージックシステムにおいて、前記第1の楽音合成手段および前記第2の楽音合成手段は、各々、異なる特徴を有する楽音を合成することを特徴とする。

【0014】また、請求項6記載の発明では、楽音合成に必要とされる波形データを記憶する波形メモリと、前記波形メモリに比べてアクセス速度が速く、前記波形データを所定のブロック単位で記憶する一時記憶手段

と、供給される波形データに基づいて楽音を合成する楽音合成手段と、前記楽音合成手段による楽音合成の処理経過に従って、前記一時記憶手段に格納された所定のブロック単位の波形データを前記楽音合成手段に転送するとともに、転送後の空きエリアに前記波形メモリから読み出した次ブロックの波形データを順次格納する記憶手段管理手段とを具備することを特徴とする。また、請求項7に記載の発明にあっては、楽音合成に必要とされる波形データを記憶する波形メモリと、供給される波形データに基づいて楽音を合成する第2の楽音合成手段と、前記第2の楽音合成手段によって合成された楽音を前記サブシステムへ前記外部楽音として送出するメインシステムを用いる楽音合成方法において、外部から供給される波形データを所定のブロック単位で記憶する一時記憶手段と、供給される波形データに基づいて楽音を合成する第1の楽音合成手段と、前記第1の楽音合成手段による楽音合成の処理経過に従って、前記一時記憶手段に格納された所定のブロック単位の波形データを前記第1の楽音合成手段に転送するとともに、転送後の空きエリアに外部から供給される次ブロックの波形データを順次格納する記憶手段管理手段と、前記第1の楽音合成手段によって合成された楽音と外部から供給される外部楽音とを混合する混合手段とを備えるサブシステムを使用するとともに、楽音の演奏データを順次解析する第1のステップと、前記第1のステップの解析結果に基づき、予め定められた規則に従って前記第1の楽音合成手段と前記第2の楽音合成手段のいずれに楽音合成を割り当てるかを決定し、前記第2の楽音合成手段に割り当てられる場合には前記波形メモリ内の楽音データを前記第2の楽音合成手段に供給し、前記第1の楽音合成手段に割り当てられる場合には前記波形メモリから所定のブロック単位で波形データを読み出して前記サブシステムに送出する第2のステップとを具備することを特徴とする楽音合成方法。

【0015】

【作用】この発明によれば、サブシステム側に発音を割り当てた場合は、演奏データ処理手段（あるいは第1、第2ステップ）が、演奏データに基づいて、波形メモリから所定のブロック単位で波形データを読み出し、サブシステムに送出する。サブシステムにおいては、記憶手段管理手段が、第1の楽音合成手段による楽音合成の処理経過に従って、一時記憶手段に上記波形データを順次格納するとともに、一時記憶手段に格納された所定のブロック単位の波形データを第1の楽音合成手段に供給する。第1の楽音合成手段は、一時記憶手段に所定ブロック単位で格納される波形データに基づいて楽音を合成する。また、メインシステム側に発音を割り当てた場合は、第2の楽音合成手段によって波形メモリから読み出した波形データに基づいて楽音を合成し、該楽音をサブシステムへ供給する。サブシステムでは、第1の楽音合成手段によって合成された楽音とメインシステムから供

給される楽音とを混合手段によって混合する。したがって、楽音の統一を図りつつ、メインシステム側の大容量メモリを有効的に用いることができるとともに、サブシステムのメモリ容量を削減でき、また、アクセス速度が遅い大容量メモリを用いても楽音合成することが可能となる。(請求項1~7)

【0016】

【実施例】次に図面を参照してこの発明の一実施例について説明する。

#### A. 実施例の構成

図1は、本発明の実施例によるミュージックシステムの構成を示すブロック図である。図において、ミュージックシステムは、ホストコンピュータ10と外部接続されたサウンドボード20とから構成されている。ホストコンピュータ10は、楽音の波形データが格納されているウエーブテーブル11、楽音合成プログラムが格納されているプログラムメモリ12、操作部13、表示部14、ハードディスク15、ホストキャッシュメモリ16、およびCPU17を備えている。上記ウエーブテーブル11およびプログラムメモリ12は、WT(ウエーブテーブル)音源を構成している。ウエーブテーブル11は、大容量(例えば、1Mバイト)の半導体メモリであり、複数の波形データが格納されている。なお、ウエーブメモリ11は、一般に外部記憶装置として利用されているフロッピーディスク、ハードディスク、CD-ROM等であってもよい。

【0017】操作部13は、演奏データの編集、データの入力、動作の指示等を行うキーボード、および演奏の動作モードや音色を選択するパネルスイッチからなる。また、表示部14は、CPU17の制御に基づいて、動作状況や各種情報を表示する。ハードディスク15には、MIDIデータ等の演奏データが格納されている。なお、ハードディスク15に代えて、あるいは並行して、フロッピーディスク等の外部記憶装置を用いてもよい。また、ホストキャッシュメモリ16は、発音チャンネル数毎に、波形データの1ブロック分(例えば、1kバイト)のデータを格納するだけの容量を有しており、サウンドボードへ送出する際のバッファとして用いられる。なお、この詳細については後述する。

【0018】CPU17は、プログラムメモリ12に格納されている楽音合成プログラムに従って、当該ホストコンピュータ10で楽音を合成するか、あるいはサウンドボードで楽音を合成するかを決める。このとき、当該ホストコンピュータ10で合成する場合には、演奏データに基づいて、ウエーブテーブル11から波形データを読み出し、該波形データにエンベロープ等を付与するなどして楽音を合成した後、サウンドボード20へ送出する。また、サウンドボード20で合成する場合には、ウエーブテーブル11からブロック単位で読み出した波形データを、一旦、上記ホストキャッシュメモリ16に格

納し、サウンドボードからの転送要求があった時点でサウンドボード20へ送出する。サウンドボード20へ送出した後には、次ブロックの波形データが格納される。

【0019】なお、本ミュージックシステムでは、複数の楽音を同時発音できるようになっており、例えば、4チャンネル分をホストコンピュータ10、8チャンネル分を後述するサウンドボード20に割り当て、サウンドボード20での楽音合成を優先させるようになっている。したがって、どちらで楽音を合成するかは、サウンドボード20側に未使用の発音チャンネルが残っているか否かで決まる。すなわち、未使用の発音チャンネルが残っている場合には、サウンドボード20で楽音を合成するようにし、全ての発音チャンネルが使用されている場合には、ホストコンピュータ10側で楽音を合成するように振り分けるようになっている。

【0020】一方、サウンドボード20は、通信制御ユニット21、音源LSI22、メモリマネジメントユニット23、サブキャッシュメモリ24、バッファ25、ミキサ26、およびD/A変換器27から構成されている。通信制御ユニット21は、上記ホストコンピュータ10からの波形データを受信した場合には、該波形データをメモリマネジメントユニット(以下、MMUという)23へ供給し、また、楽音データを受信した場合には、該楽音データをミキサ26へ供給する。MMU23は、上記通信制御ユニット21から供給される波形データを、一旦サブキャッシュメモリ24へ格納するとともに、音源LSI22から供給されるアドレスデータに従って波形データを読み出して音源LSI22に供給する。なお、この詳細については後述する。サブキャッシュメモリ24は、ホストコンピュータ10のホストキャッシュメモリ16と同様に、発音チャンネル数毎に波形データの1ブロック分(例えば、1kバイト)のデータを格納するだけの容量を有している。

【0021】また、音源LSI22は、サブキャッシュメモリ24のアドレスデータを作成するとともに、次ブロックの波形データを要求する際には、通信制御ユニット21を介してホストコンピュータ10に次ブロック要求を送出する。一方、バッファ25は、音源LSI22で合成された楽音を一時的に保持する。これは、ホストコンピュータ10からサウンドボード20のサブキャッシュメモリ24へ波形データを転送する際の待ち時間を調整するためである。ミキサ26は、バッファ25に一時保持された楽音データと、通信制御ユニット21を介して供給されるホストコンピュータ10側で合成された楽音データとを混合し、D/A変換器27へ供給する。D/A変換器27は、上記楽音データをアナログ信号に変換し、サウンドシステム28へ供給する。サウンドシステム28は、アンプやスピーカ等を備え、アナログ信号に変換された楽音信号をスピーカ等により発音するもので、サウンドボード20に内蔵されるものでも、外部

に接続されるものでもよい。

#### 【0022】B. メモリ構成

図2は、上述したホストコンピュータのウェーブテーブルとホストキャッシュメモリとの構成を示す概念図である。図において、ウェーブテーブル11には、前述したように、波形データが格納されており、該波形データは、1kバイトを1ブロックとして読み出され、ホストキャッシュメモリ16の所定の発音チャンネルに対応した位置に格納される。ホストキャッシュメモリ16は、8チャンネル分の容量(8kバイト)を有している。該波形データは、所定のタイミング(サウンドボード20の次ブロック要求)で、サウンドボード20に転送されるとともに、空いたエリアには次ブロックの波形データが格納される。このように、発音チャンネル毎にキャッシュエリアを設けることにより、キャッシュミスヒットが低減したり、次ブロックの予測が容易になる等の効果がある。

【0023】次に、図3は、上述したサウンドボードのMMUの概略構成を示す概念図である。図において、MMU23は、音源LSI22から供給される仮想アドレス(21ビット)の下位10ビットと、別途供給される3ビットのチャンネル情報とに基づいて、サブキャッシュメモリ24の実アドレスを生成する。すなわち、下位10ビットでサブキャッシュメモリ24の1kバイトのアドレスを指示し、チャンネル情報の上位3ビットで発音チャンネルを指示する。これら仮想アドレスから実アドレスへの変換は、レジスト等のハードウェアやソフトウェアで行う。この場合、仮想アドレスは、CPU17のメモリ空間(ホストのメモリ空間)に対応している。また、キャッシュミスヒット検出部23aは、上記仮想アドレスの上位11ビットに基づいてキャッシュミスヒットを検出し、該検出結果によって次ブロック要求を送出する。該次ブロック要求は、通信制御ユニット21を介してホストコンピュータ10に供給される。なお、キャッシュミスヒットとは、サブキャッシュメモリ24にない波形データをアクセスしようとした場合に生じるものである。したがって、サブキャッシュメモリ24に記憶されている1kバイト分の波形データの読み出しが終了して、次ブロックの波形データを読み出そうとすると、必ずキャッシュミスヒットが発生し、次ブロック要求が発生する。

#### 【0024】C. 実施例の動作

次に、上述した実施例の動作について説明する。ここで、図4ないし図7は本実施例の動作を説明するためのフローチャートである。

#### 【0025】(1) メインルーチン

図4において、ホストコンピュータ10は、まず、ステップS10において、ハードディスク15(または、フロッピーディスク)に記憶されたMIDIデータ等の演奏データを読み出して、データを解釈する。次に、ステ

ップS11において、MIDIデータがキーオンやキーオフを示すデータであるか否かを判断する。そして、キーオンやキーオフを示すデータでなければ、ステップS11における判断結果は「NO」となり、そのデータに対応する各種処理(図示略)へ移行する。なお、該各種処理(図示略)は、本発明と関係しないので、説明を省略する。

【0026】一方、自動演奏データがキーオフやキーオンである場合には、ステップS11における判断結果は「YES」となり、ステップS12へ進む。ステップS12では、キーオンの場合には、楽音を発音すべき発音チャンネルを割り当てる。該発音割当処理では、サウンドボード20に空きチャンネルがあれば、サウンドボード10に発音チャンネルを割り当てるとともに、波形データをホストキャッシュメモリ16へ転送し、一方、サウンドボード20に空きチャンネルがなければ、ホストコンピュータ10に発音チャンネルを割り当てる。なお、該発音割当処理の詳細については後述する。

【0027】次に、ステップS13において、ホストコンピュータ10に発音チャンネルを割り当てたか否かを判断する。そして、サウンドボード20に割り当てた場合には、ステップS13における判断結果は「NO」となり、ステップS15へ進む。一方、ホストコンピュータ10に発音チャンネルを割り当てた場合には、ステップS13における判断結果は「YES」となり、ステップS14へ進む。ステップS14では、楽音合成プログラムを起動する。すなわち、プログラムメモリ12に格納されている楽音合成プログラムに従ってウェーブテーブル11から波形データを読み出し、該波形データを用いて楽音データを合成してサウンドボード20へ送信する。次に、ステップS15では、自動演奏が終了したか否かを判断する。そして、まだ、終了していなければ、ステップS15における判断結果は「NO」となり、ステップS10へ戻る。以下、ステップS10～S15を繰り返し実行する。

#### 【0028】(2) 発音割当処理

次に、上述した発音割当処理について説明する。図5において、ホストコンピュータ10は、まず、ステップS20において、前述したステップS10で読み込んだMIDIデータがキーオンであるか否かを判断する。そして、キーオンであれば、ステップS21へ進み、サブシステムであるサウンドボード20に空きチャンネルがあるか否かを判断する。そして、サウンドボード20に空きチャンネルがあれば、ステップS22へ進み、楽音の発音チャンネルをサウンドボード20に割り当て、割り当てたチャンネル(ch)とキーコード(KC)とを記憶する。さらに、波形データの第1ブロック目をウェーブテーブル11から読み出し、直接、サウンドボード20へ送出する。サウンドボード20では、上記波形データの第1ブロック目を、サブキャッシュメモリ24の所

定の発音チャンネルに対応するエリアに格納する。また、ステップS22では、波形データの第2ブロック目をウェーブテーブル11から読み出し、ホストキャッシュメモリ16の所定の発音チャンネルに対応するエリアへ格納する。そして、前述したメインルーチンへ戻り、ステップS13へ進む。

【0029】一方、サウンドボード20に空きチャンネルがなければ、ステップS21における判断結果は「NO」となり、ステップS23へ進む。ステップS23では、ホストコンピュータ10に空きチャンネルがあるか否かを判断する。そして、ホストコンピュータ10に空きチャンネルがない場合、すなわち、サウンドボード20およびホストコンピュータ10の全てのチャンネルが使用されている場合には、ステップS23における判断結果は「NO」となり、図示しないステップへ進み、発音することを無視するか、あるいは、減衰過程に入った楽音を消音して空きチャンネルを確保し、その空きチャンネルに割り当てたりする。

【0030】一方、ホストコンピュータ10に空きチャンネルがある場合には、ステップS23における判断結果は「YES」となり、ステップS24へ進む。ステップS24では、楽音の発音チャンネルをホストコンピュータ10に割り当て、割り当てたチャンネル(ch)とキーコード(KC)とを記憶する。そして、前述したメインルーチンへ戻り、ステップS13へ進む。ホストコンピュータ10は、上記チャンネル(ch)とキーコード(KC)とに基づいて、楽音データを合成する(ステップS14)。該楽音データは、所定のタイミングでサウンドボード20へ送出される。

【0031】また、MIDIデータがキーオンでなければ、すなわちキーオフである場合には、ステップS20における判断結果は「NO」となり、ステップS25へ進む。ステップS25では、キーコード(KC)およびチャンネル(ch)に基づいて、該当する楽音の発音チャンネルを解放し、割り当てを解除する。そして、前述したメインルーチンへ戻り、ステップS13へ進む。

#### 【0032】(3) 次ブロック要求処理

次に、サウンドボード20からの次ブロック要求を受信したときにホストコンピュータ10で実行される次ブロック要求処理について図6を参照して説明する。サウンドボード20において、サブキャッシュメモリ24にない波形データ(次ブロックの波形データ)をアクセスしようとしてキャッシュミスヒットが生じると、サウンドボード20からホストコンピュータ10に対して次ブロック要求が送出され、図6に示すフローチャートが実行される。まず、ステップS30において、どの発音チャンネルに対する次ブロック要求であるか検出する。次に、ステップS31において、ホストキャッシュメモリ16の発音チャンネルに対応するエリアに格納されている波形データ(1kバイト分)を読み出して、サウンド

ボード20のサブキャッシュメモリ24へ送出する。次に、ステップS32において、波形データの次ブロックをウェーブテーブル11から読み出して、ホストキャッシュメモリ(同発音チャンネルのエリア)16へ格納した後、当該処理を終了して、次ブロック要求が供給される前の処理へ戻る。

#### 【0033】(4) サウンドボードの動作

次に、サウンドボード20の動作について図7を参照して説明する。なお、通常サウンドボードはソフトウェアで構成されるが、説明の便宜上フローチャートに基づき説明する。始めに、サウンドボード20では、ステップS40において、ホストコンピュータ10から波形データを受信したか否かを判断する。そして、波形データを受信した場合には、ステップS40における判断結果が「YES」となり、ステップS41へ進む。ステップS41では、受信した波形データをMMU23によってサブキャッシュメモリ24の所定の発音チャンネルのエリアへ格納する。次に、ステップS42において、音源LS122によってサブキャッシュメモリ24に格納されている波形データを順次読み出して楽音データを生成する。

【0034】ここで、ホストコンピュータ10から波形データを受信する場合は、サブキャッシュメモリ24にない波形データをアクセスしようとしてキャッシュミスヒットが生じた場合である。すなわち、次ブロックの波形データをサブキャッシュメモリ24から読み出そうとしたときに、目的の波形データがない場合には、ホストコンピュータ10に対して、次ブロック要求を送出する。ホストコンピュータ10では、前述したように、次ブロック要求に対して、次ブロックの波形データをホストキャッシュメモリ16から読み出して、サウンドボード20へ送出する。サウンドボード20のMMU23は、上述したステップS40、S41で、サブキャッシュメモリ24の所定の発音チャンネルのエリアへ格納する。したがって、サウンドボード20における音源LS122は、波形データの転送を意識することなく、単に、MMU23を介してサブキャッシュメモリ24から順次読み出した波形データに基づいて楽音を合成すればよいことになる。この楽音データは、一旦、バッファ25へ格納される。

【0035】次に、ステップS43においては、ホストコンピュータ10で合成された楽音データが送信されていれば、その楽音データと上記音源LS122で合成した楽音データとをミキサ26によってミキシングする。そして、ステップS44において、上記ミキシングした楽音データを、D/A変換器27へ転送する。D/A変換器27では、ミキシングされた楽音データがアナログ信号に変換されて、サウンドシステム28でスピーカ等により発音される。

【0036】一方、波形データを受信しない場合には、

13

ステップS40からステップS42へ進み、既に、サブキャッシュメモリ24に格納されている波形データに基づいて楽音を合成する。その後の処理は、上述の場合と同様である(ステップS43、44)。

#### 【0037】(5)全体動作

ここで、全体の動作を包括的に説明する。ホストコンピュータ10では、MIDIデータがキーオン/キーオフであると、まず、サウンドボード20に発音チャンネルが空いているか否かを判断し、空いている場合には、発音チャンネルをサウンドボード20に割り当て、サウンドボード20から次ブロック要求が供給される度に、発音すべき楽音の波形データをウェーブテーブル11から1ブロックずつ読み出し、ホストキャッシュメモリ16へ一時格納しながら、順次、サウンドボード20へ送出する。なお、波形データの第1ブロック目は、直接、サウンドボード20のサブキャッシュメモリ24へ転送される。サウンドボード20では、ホストコンピュータ10から供給される波形データ(1kバイト)を順次サブキャッシュメモリ24へ格納するとともに、該波形データに基づいて音源LSI22によって楽音データを合成する。このとき、サウンドボード20は、キャッシュミスヒットが生じると、上記次ブロック要求をホストコンピュータ10に送出する。

【0038】一方、サウンドボード20に発音チャンネルが空いていない場合には、ホストコンピュータ10は、ウェーブテーブル11から波形データを順次読み出し、音源プログラムによって楽音データを合成してサウンドボード20へ送信する。

【0039】サウンドボード20では、上述したように自身で合成した楽音データと、ホストコンピュータ10で合成された楽音データとをミキサ26によって混合した後、D/A変換器27でアナログ信号に変換し、サウンドシステム28で発音する。

【0040】このように、本実施例では、ホストコンピュータ10にのみ、大容量のウェーブテーブル11を備え、該ウェーブテーブル11から読み出した波形データをサウンドボードへ転送するようにしたので、サウンドボード上には大容量のメモリ(ウェーブテーブル)を必要としない。また、楽音は、ホストコンピュータ10のウェーブテーブル11に記憶されている波形データに基づいて合成されるので、ホストコンピュータ10とサウンドボード20で合成した楽音の音色を同一にすることができる。また、サウンドボード20側だけに発音機能を設けたので、ホストコンピュータ10の楽音合成プログラムを簡略化できる。さらに、ホストコンピュータ10にウェーブテーブル11に対するメモリ管理を行わせるようにしたので、サウンドボード20におけるメモリ管理を簡略化できる。また、発音チャンネル毎にキャッシュエリアを設けることにより、キャッシュミスヒットを低減できるとともに、ホストコンピュータ10におい

14

て次に読み出す波形データ(ブロック)が容易に予測できる。

【0041】なお、上述した実施例では、優先的に楽音を合成する楽音合成手段、例えばサウンドボード20に空きチャンネルがなくなると、他の楽音合成手段、例えばホストコンピュータ10によって楽音を合成するようにしていたが、これに限定されることなく、並列動作させるようにして、常に双方で楽音を合成するようにしたり、音色等、合成する楽音の特徴で、どちらの楽音合成手段で楽音を合成するかを振り分けたりするようにしてもよい。楽音の特徴で振り分ける場合には、例えば、リズム音等の単純な楽音は、ソフトウェアによって楽音合成するWT音源に割り当てるようにしてもよい。これは、WT音源は、単純にPCM波形を一通り読み出すだけで生成可能な音色に向いているためであり、複雑な楽音合成アルゴリズムを要する楽音(音色)は、音源LSIで合成するようにすればよい。

【0042】また、上述した実施例では、サウンドボード20に発音を割り当てた場合には、波形データの第1ブロック目を、直接、サウンドボード20のサブキャッシュメモリ24に転送するとともに、ホストキャッシュメモリ16に次ブロック(第2ブロック)の波形データを格納するようにしたが、これに限定されることなく、例えば単一音色だけの発音である場合には、図5に示すステップS25で割り当てを解除した直後、波形データの第1ブロック目を、サブキャッシュメモリ24の空きチャンネルエリアに転送しておいてもよい。このようにすれば、サウンドボード20での楽音合成が早くできるので、発音タイミングに関する処理(もしくはハードウェア)を軽減することができる。

#### 【0043】

【発明の効果】以上、説明したように、この発明によれば、楽音の統一を図りつつ、ホストシステム側の大容量メモリを有効的に用いることができるとともに、サブシステムのメモリ容量を削減でき、また、アクセス速度が遅い大容量メモリを用いても楽音合成できるという利点を得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例によるコンピュータミュージックシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】 本実施例によるホストコンピュータのウェーブテーブルとホストキャッシュメモリとの構成を示す概念図である。

【図3】 本実施例によるサウンドボードのMMUの略構成を示す概念図である。

【図4】 本実施例のホストコンピュータの動作を説明するためのフローチャートである。

【図5】 本実施例によるホストコンピュータの動作を説明するためのフローチャートである。

【図6】 本実施例によるホストコンピュータの動作を



15

説明するためのフローチャートである。

【図7】 本実施例によるサウンドボードの動作を説明するためのフローチャートである。

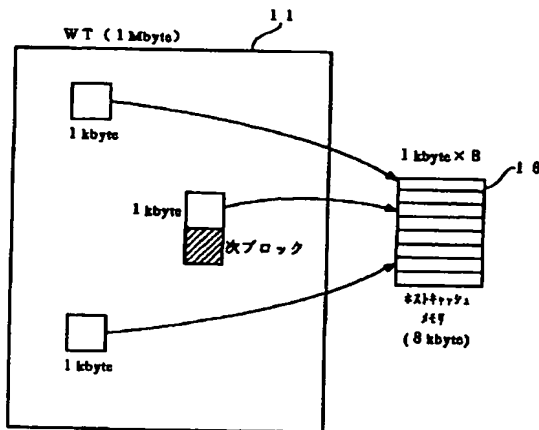
【符号の説明】

10……ホストコンピュータ（メインシステム）、11……ウェーブテーブル（波形メモリ、第2の楽音合成手段）、12……プログラムメモリ（第2の楽音合成手段）、13……操作部、14……表示部、15……ハードディスク、16……ホストキャッシュメモリ（第2の\*

16

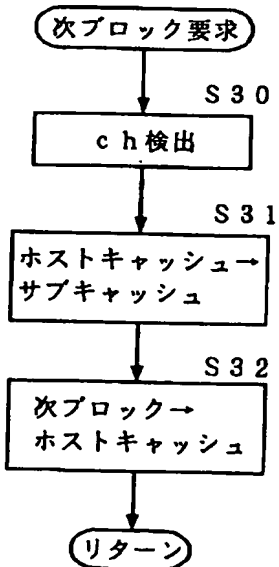
\*一時記憶手段）、17……CPU（演奏データ処理手段、第2の楽音合成手段）、20……サウンドボード（サブシステム）、21……通信制御ユニット、22……音源LSI（第1の楽音合成手段）、23……MMU（記憶手段管理手段）、24……サブキャッシュメモリ（一時記憶手段、第1の一時記憶手段）、25……バッファ、26……ミキサ（混合手段）、27……D/A変換器、28……サウンドシステム（発音手段）。

【図2】



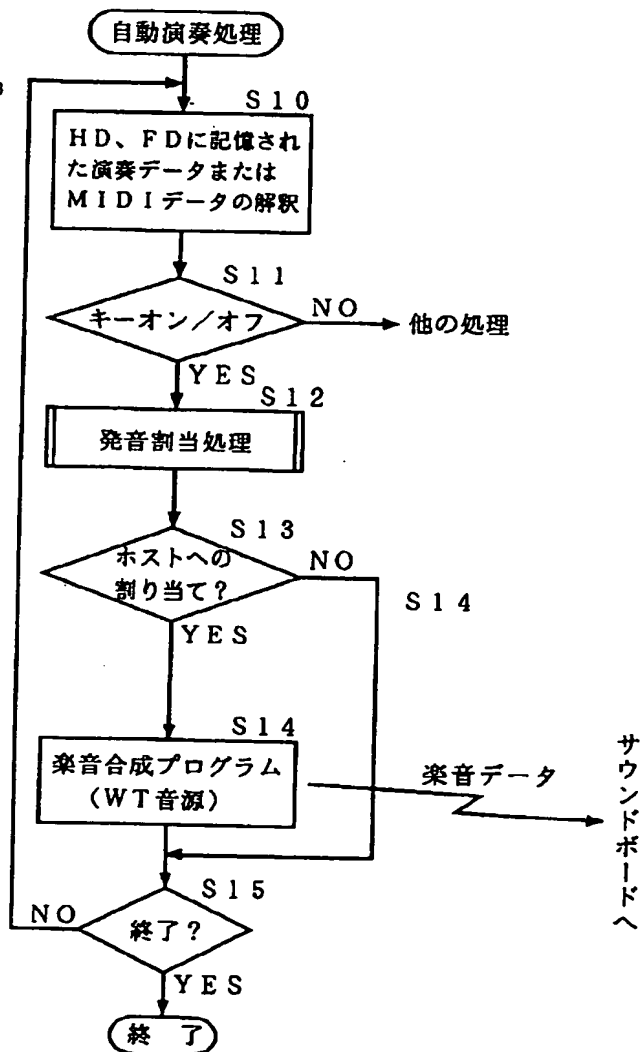
【図6】

ホストコンピュータ側

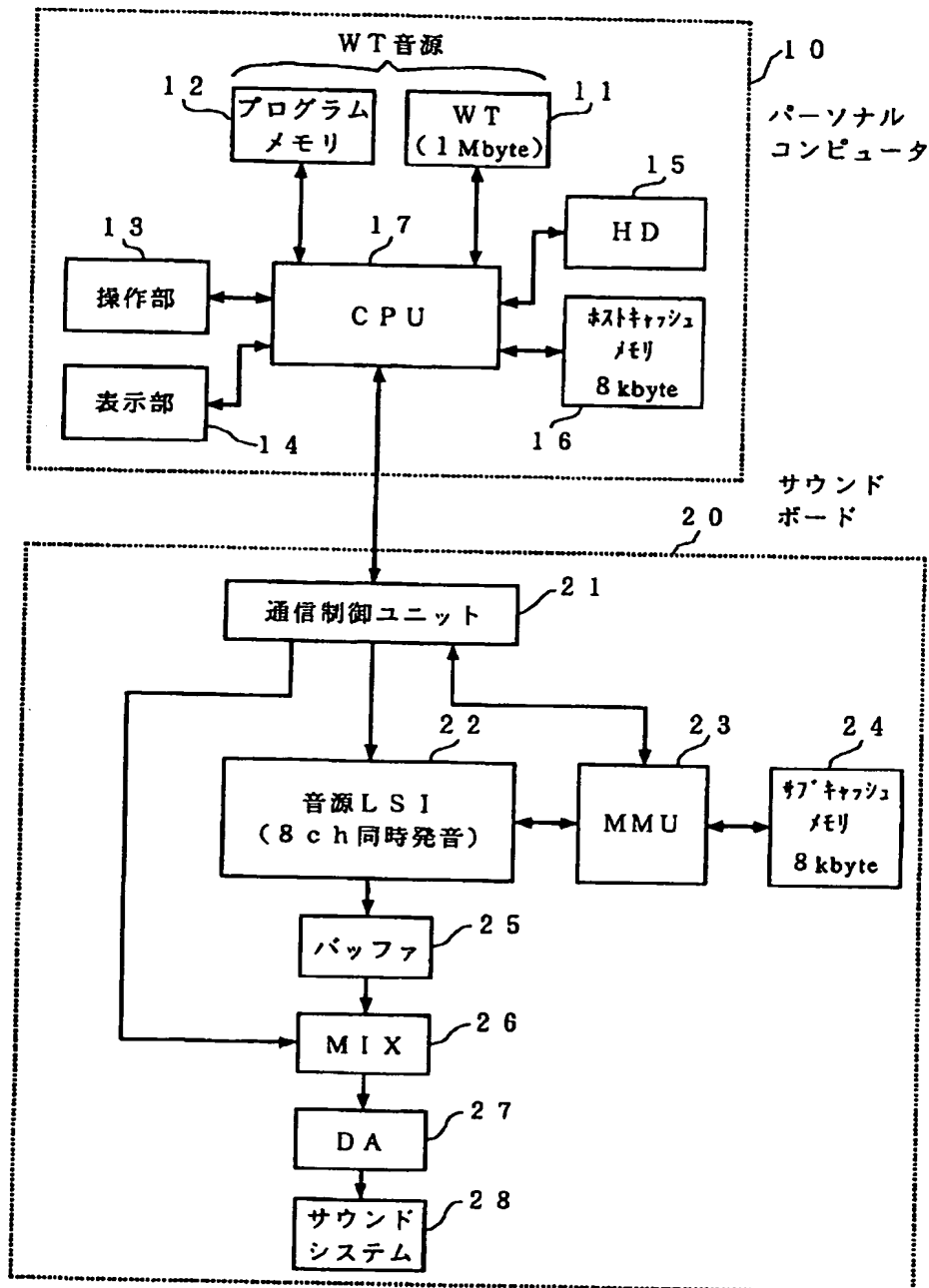


【図4】

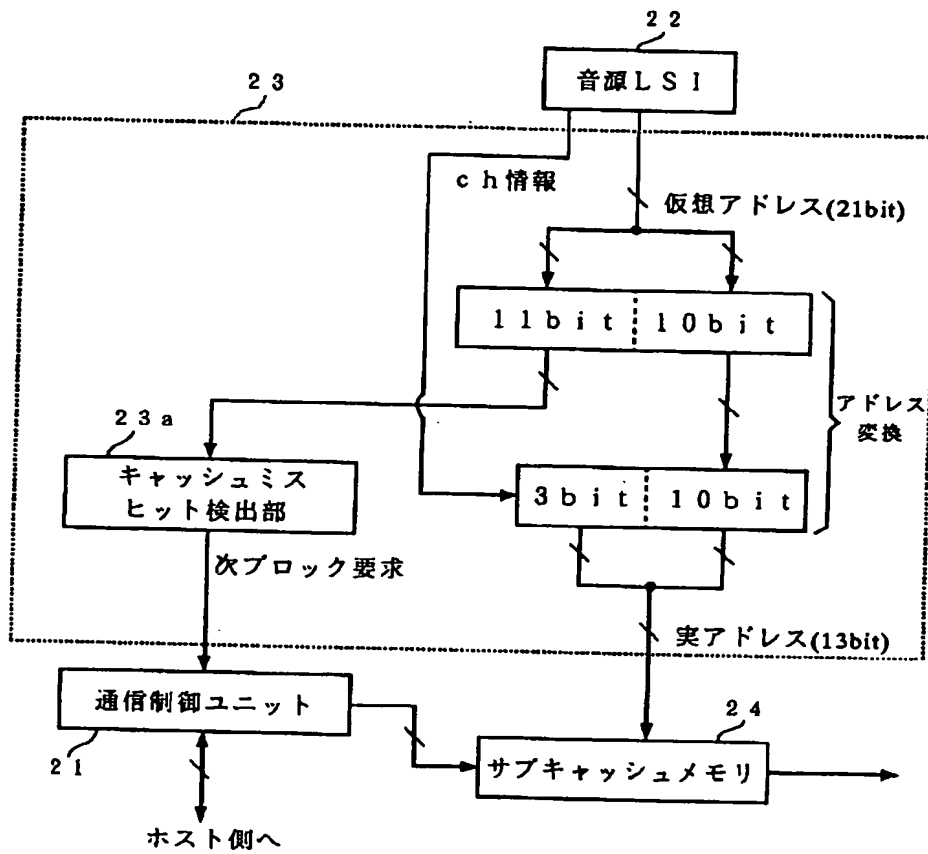
ホストコンピュータ側



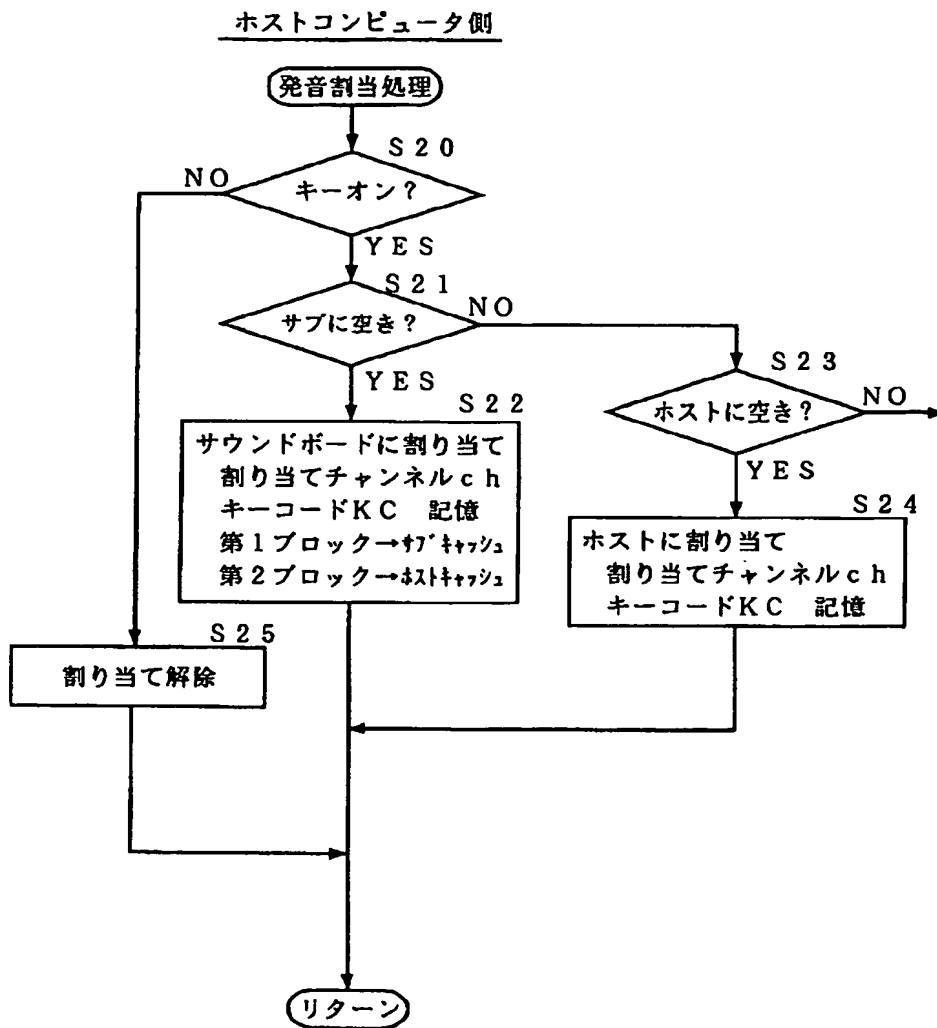
【図1】



【図3】



【図5】



【図7】

